

# **VARIAÇÃO SAZONAL DO FITOPLÂNCTON NA ZONA DE ARREBENTAÇÃO DA PRAIA DE PONTAL DO SUL (PARANAGUÁ - PARANÁ)**

Kátia Regina Vieira de REZENDE<sup>\*</sup>  
Frederico Pereira BRANDINI<sup>\*\*</sup>

## **INTRODUÇÃO**

Diversos estudos revelam que os padrões de sucessão do fitoplâncton marinho estão intimamente relacionados às mudanças ambientais em diversas escalas temporais. Vários autores destacam, no entanto, que os fenômenos com escalas temporais da ordem de semanas têm maior influência na variabilidade da comunidade fitoplanctônica de regiões costeiras (Margalef, 1978; Hobro, 1980; Tont & Platt, 1980). As alterações de curto tempo (dias, semanas) afetam a abundância do fitoplâncton em resposta às mudanças repentinas nos padrões de circulação local, ao passo que as alterações taxonômicas estão associadas às mudanças sazonais no regime hidrográfico da plataforma adjacente (Brandini, 1990). É o que ocorre, por exemplo, na região sudeste-sul do Brasil onde as características hidrográficas da água costeira variam em função dos deslocamentos sazonais da Convergência Subtropical: no verão predominam águas quentes oligotróficas trazidas pela Corrente do Brasil e no inverno ocorre a influência de águas de origem subantártica ricas em nutrientes (Emilsson, 1959, 1961; Mesquita, 1983; Matsuura, 1986; Brandini, 1990). Esse regime hidrográfico é um dos fatores que governam em meso escala a dinâmica dos processos autotróficos nas regiões costeira e oceânica da região sudeste e, no entanto, seus efeitos sobre a variação sazonal do fitoplâncton são pouco conhecidos na região. Além disso, o comportamento das praias

\* Instituto Oceanográfico - OB, Universidade de São Paulo, Caixa Postal 9075, CEP 05508-900, São Paulo, Brasil.

\*\* Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná, Av. Beira Mar s/n, CEP 83255-000, Pontal do Sul, Paranaguá - PR, Brasil.

na costa sul brasileira é regulado principalmente pelos fenômenos associados à passagem de frentes meteorológicas (Calliari & Klein, 1995), que exercem influência sobre a variabilidade das populações fitoplanctônicas.

O presente trabalho descreve a variação sazonal na estrutura da comunidade fitoplanctônica na zona de arrebentação da praia de Pontal do Sul (Pontal do Paraná - PR) sujeita às alterações da estrutura oceanográfica na plataforma continental e aos efeitos da circulação atmosférica da região.

## ÁREA DE ESTUDO

O local de coleta em Pontal do Sul localiza-se na margem sul do Canal da Galheta, principal acesso à Baía de Paranaguá (fig. 1). Trabalhos recentes (Borzone *et al.*, 1996; Soares *et al.*, 1997; Tavares & Borzone, 1998) caracterizaram o comportamento morfodinâmico de algumas praias do Paraná, segundo a classificação de Short & Wright (1983). A partir dos dados de ondas (altura e período), tamanho do grão de areia e perfil topográfico foram computados dois índices para classificar a praia: o parâmetro adimensional de Dean ( $\Omega$ ) e o parâmetro escalar de arrebentação ( $\Sigma$ ). Os resultados evidenciaram que a praia de Pontal do Sul é do tipo reflectiva.

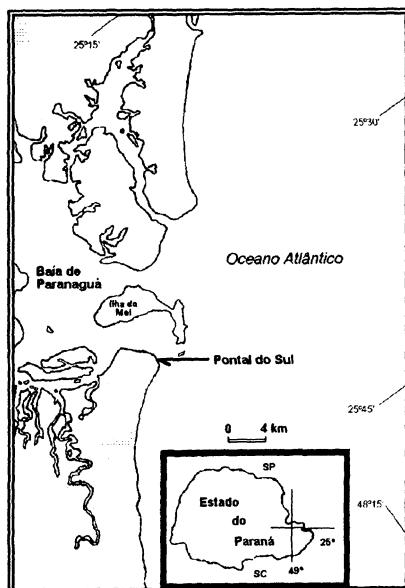


Fig. 1  
Mapa da área de estudo

As marés da região são semidiurnas desiguais, em regime de micromarés, com amplitudes máximas e mínimas ao redor de 2 e 0,5 metros, respectivamente (Knoppers *et al.*, 1987). Este regime de marés é modificado ocasionalmente pelas variações da pressão atmosférica provocando as marés meteorológicas. Estas promovem o aumento ou diminuição do nível do mar em relação às marés astronômicas observadas localmente (Marone & Camargo, 1994).

O clima é afetado por perturbações do tipo frente fria, que periodicamente invadem a região. A frontogênese, em geral, dá-se ao sul do continente e as frentes seguem uma trajetória quase constante no sentido sudoeste a nordeste (Garcia Occhipinti, 1963; Bigarella, 1978).

As características físico-químicas na entrada da baía, próximo ao local de coleta, foram estudadas em alguns trabalhos (Brandini, 1985; Knoppers *et al.*, 1987; Brandini *et al.*, 1988; Rebello & Brandini, 1990) e revelaram salinidades médias em torno de 30, podendo ocorrer excepcionalmente valores menores durante a maré vazante em períodos de elevada precipitação. A temperatura na superfície varia entre 17 e 28°C durante o ano, associada às alterações climáticas e à circulação local. As concentrações médias dos nutrientes nitrato, fosfato e silicato na superfície variam entre 1-3, 0,3-1 e 10-20  $\mu\text{M}$ , respectivamente (Brandini *et al.*, 1988), ou seja, dentro dos limites normalmente encontrados em áreas costeiras e de plataforma intermediária da região sueste (Brandini, 1990).

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram feitas coletas semanais de água de superfície e arrastos com rede entre abril de 1988 e julho de 1989 na zona de arrebentação (profundidade inferior a um metro) da praia de Pontal do Sul. As coletas foram acompanhadas de medidas de temperatura da água sempre realizadas em horários próximos aos de maré cheia. A amostragem durante a maré enchente teve como objetivo minimizar os efeitos da drenagem continental da baía (durante a maré vazante) sobre o ponto de coleta, pois pretendia-se observar a influência da massa d'água de origem oceânica, sujeita às variações sazonais já mencionadas.

As amostras de fitoplâncton total foram fixadas com formol até a concentração final de 0,4%. O procedimento de análise e contagem seguiu a orientação de Hasle (1978) com a utilização de um microscópio invertido equipado com contraste de fase: duas subamostras (10 e 25 ml) foram coradas com rosa de Bengala e submetidas à sedimentação por 24 horas. Diatomáceas e dinoflagelados maiores que 100  $\mu\text{m}$  foram contados com aumento de 100x em toda a cuba de 25 ml. Na cuba de 10 ml foram analisados os organismos entre 20 e 100  $\mu\text{m}$  em toda a área de sedimentação com aumento de 160x, e os organismos menores que 20  $\mu\text{m}$  em meia área de sedimentação com aumento de 400x. Cocolitoforídeos e demais fitoflagelados (incluindo mônadas),

foram contados por classes de tamanho (<3, 3-6, 6-9, 9-12, 12-15 e 15-20 µm), em transectos definidos, até que o número do organismo dominante fosse igual a 100. Tal procedimento segue a orientação de Lund *et al.* (1958) e corresponde a um erro de 20% na estimativa da densidade celular. No grupo dos fitoflagelados, foram incluídas as classes Chlorophyceae, Prasinophyceae, Chrysophyceae (exceto silicoflagelados) e Haptophyceae (exceto cocolitoforídeos).

Amostras do microfitoplâncton foram obtidas mensalmente com uma rede cônica de 50 µm de abertura de malha. O material coletado foi fixado em formol até a concentração final de 2% e analisado com um microscópio óptico padrão.

Dados meteorológicos foram monitorados regularmente. A pluviosidade foi obtida diariamente com um pluviômetro de campo e o regime de ventos (direção e intensidade) foi registrado na estação meteorológica da agência Portobras-INPH, sediada no Centro de Estudos do Mar, próximo ao local de coleta. As temperaturas do ar e da água foram medidas em cada coleta utilizando-se um termômetro de mercúrio.

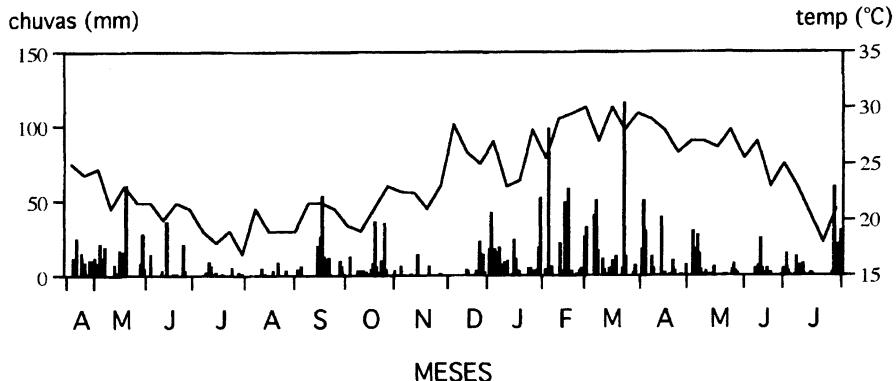


Fig. 2  
Variação sazonal da temperatura da água e regime pluviométrico

## RESULTADOS

### *Fatores Ambientais*

A temperatura da água variou de 17 a 30°C com o mínimo em 13/07/88 e o máximo em 01/02/89 (fig. 2). O regime pluviométrico indicou períodos chuvosos no verão e precipitação mínima no inverno (fig. 2). O maior e menor valor mensal

acumulado ocorreu em fevereiro de 1989 (316,5 mm) e agosto de 1988 (22,0 mm), respectivamente.

Um total de 465 dados de direção e velocidade média diária dos ventos registrados entre 13/4/88 e 27/7/89 evidenciaram a predominância de ventos do quadrante sul. Estes ventos indicam a passagem das frentes meteorológicas e foram registrados periodicamente ao longo de todo o período de estudo (fig. 3).

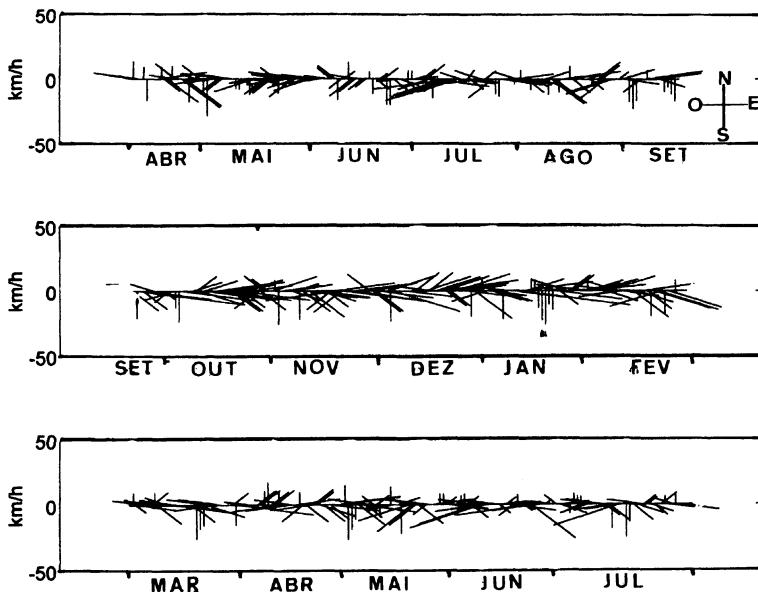


Fig. 3

Ventos em Pontal do Sul durante o período de 13/4/88 a 22/7/89.

(Obs.: ventos do quadrante sul estão representados por barras no lado negativo do eixo das ordenadas)

### *Composição e variação sazonal do fitoplâncton*

Foram observados 37 gêneros (65 espécies) de diatomáceas, 12 gêneros (20 espécies) de dinoflagelados, 3 gêneros de cianofíceas e 1 silicoflagelado (Tabela 1).

A concentração de diatomáceas total variou de 3 a  $158 \times 10^4$  céls/l (fig. 4), com picos de *Asterionellopsis glacialis*, *Thalassionema nitzschioïdes*, *Nitzschia* spp. (Seção *Pseudonitzschia*) e *Skeletonema costatum*. As diatomáceas encontradas não são exclusivas da zona de arrebentação, pois ocorrem no interior da baía de Paranaguá e/ou plataforma continental (Moreira & Moreira Filho, 1981; Brandini, 1985; Brandini, 1988). A abundância das diatomáceas penadas ( $1,3 - 68,9 \times 10^4$  céls/l) deveu-se principalmente a *A. glacialis* ( $0,04 - 50 \times 10^4$  céls/l) e espécies da seção *Pseudonitzschia*.

Tabela 1: Composição específica do fitoplâncton da zona de arrebentação da praia de Pontal do Sul - abril/88 a julho/89

DIATOMÁCEAS		
<i>Actinopychus splendens</i>		<i>R. delicatula</i>
<i>A. undulatus</i>		<i>R. hebetata</i>
<i>Asterionellopsis glacialis</i>		<i>R. imbricata</i>
<i>Asterophalus flabellatus</i>		<i>R. robusta</i>
<i>A. heptactis</i>		<i>R. setigera</i>
<i>Bacteriadrum hyalinum</i>		<i>R. stolterfothii</i>
<i>Biddulphia longicurvis</i>		<i>R. styliformes</i>
<i>Campylosira cymbelliformes</i>		<i>Skeletonema costatum</i>
<i>Cerataulina sp.</i>		<i>Stauroeis membranaceae</i>
<i>Chaetoceros affinis</i>		<i>Syephanopyxis turris</i>
<i>C. curvistetus</i>		<i>Surirella sp.</i>
<i>C. didymus</i>		<i>Thalassionema nitzschiooides</i>
<i>C. laevis</i>		<i>Thalassiosira aestivalis</i>
<i>C. lorenzianus</i>		<i>T. subtilis</i>
<i>C. pendulus</i>		<i>Thalassiosira sp.</i>
<i>Chaetoceros sp.</i>		<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>
<i>Climacodium frauenfeldianum</i>		<i>T. mediterranea</i>
<i>Coscinodiscus centralis</i>		<i>Triceratium favus</i>
<i>Coscinodiscus sp.</i>		DINOFLAGELADOS
<i>Corethron criophyllum</i>		<i>Ceratium furca</i>
<i>Cyclotella striata</i>		<i>C. fusus</i>
<i>C. stylorum</i>		<i>C. lineatum</i>
<i>Diplotheleis sp.</i>		<i>C. macroceros</i>
<i>Ditylum brightwellii</i>		<i>C. massiliensis</i>
<i>Eucampia cornuta</i>		<i>C. trichoceros</i>
<i>E. zodiacus</i>		<i>C. tripos</i>
<i>Fragilaria sp.</i>		<i>Ceratium spp.</i>
<i>Grammatophora angulosa</i>		<i>Dynophysis tripos</i>
<i>Guinardia flacida</i>		<i>Dynophysis sp.</i>
<i>Hemiaulus membranaceus</i>		<i>Ebria sp.</i>
<i>H. sinensis</i>		<i>Gonyaulax sp.</i>
<i>Lauderia sp.</i>		<i>Gymnodinium spp.</i>
<i>Leptocylindrus danicus</i>		<i>Gyrodinium sp.</i>
<i>L. minimus</i>		<i>Noctiluca miliaris</i>
<i>Lithodesmium undulatum</i>		<i>Ornithocercus sp.</i>
<i>Melasira sp.</i>		<i>Oxytoxum sp.</i>
<i>Paralia sulcata</i>		<i>Prorocentrum micans</i>
<i>Navicula spp.</i>		<i>Protoperidinium sp.</i>
<i>Nitzschia spp. (Pseudonitzschia)</i>		<i>Pyrocystis obtusa</i>
<i>Nitzschia spp. (seção Nitzschia)</i>		
<i>Odontella mobiliensis</i>		CIANOFÍCEAS
<i>O. rhombus</i>		<i>Anabaena sp.</i>
<i>O. sinensis</i>		<i>Merismopedia sp.</i>
<i>Pleurosigma sp.</i>		<i>Trichodesmium sp.</i>
<i>Rhizosolenia alata</i>		
<i>R. bergonii</i>		SILICOFLAGELADOS
<i>R. calcar avis</i>		<i>Dictyocha fibula</i>

(0,04 a  $50,3 \times 10^4$  céls/l). As altas concentrações de *A. glacialis* ocorreram no outono/inverno, marcado pela incidência de ventos do quadrante sul. O valor máximo registrado para esta espécie ocorreu em 4/5/88 e esteve associado com a passagem de uma frente fria. A concentração das espécies da seção *Pseudonitzschia* foi maior no outono/inverno de 1988, com máximo sendo observado em 8/6/88. *T. nitzschioides* apareceu regularmente durante o período estudado, com valores oscilando entre 0,21 a  $14,22 \times 10^4$  céls/l.

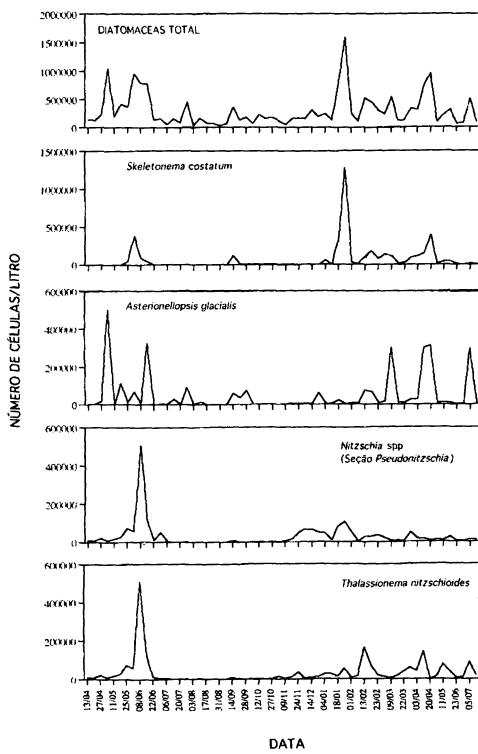


Fig. 4

Variação sazonal das diatomáceas total e espécies mais freqüentes durante o período de estudo.

As diatomáceas cêntricas apresentaram a maior diversidade de espécies (Tabela I), com concentrações variando de 1,6 a  $139,7 \times 10^4$  céls/l. *S. costatum* dominou (0,04 a  $128 \times 10^4$  céls/l) durante a estação quente e chuvosa com o valor máximo observado no dia 25/1/89, além de picos isolados em maio e setembro de 1988 (fig. 4). Os gêneros *Chaetoceros* e *Rhizosolenia* foram abundantes na época das chuvas. Espécies de *Coscinodiscus* foram freqüentes, mas com ocorrência irregular durante o período amostrado.

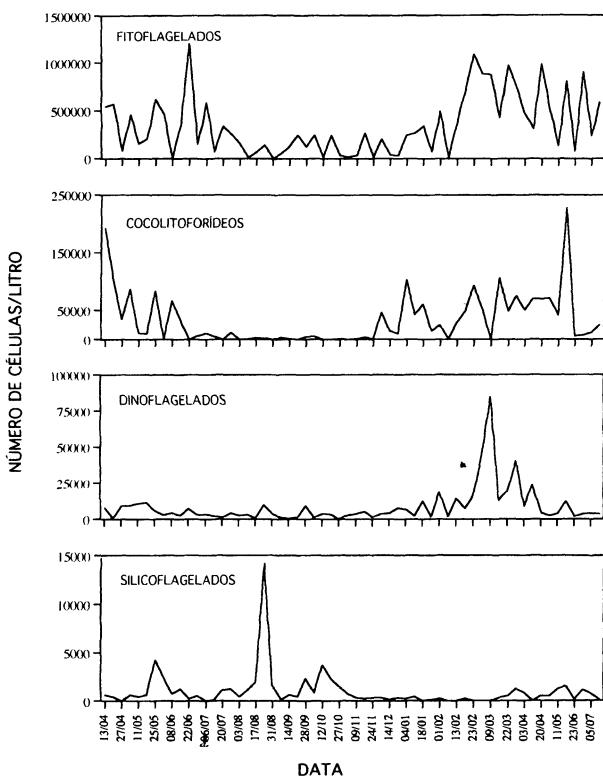


Fig. 5  
Variação sazonal dos flagelados (exceto euglenofíceas) durante o período de estudo

A figura 5 reúne o padrão de variação sazonal dos grupos flagelados, exceto as Euglenofíceas. Os dinoflagelados foram dominados por espécies da ordem Gymnodiniales em concentrações que variaram de  $0,3 - 84,3 \times 10^3$  céls/l. A maior abundância de organismos ocorreu no fim do verão, entre fevereiro e abril de 1989. Os silicoflagelados foram mais abundantes durante o outono/inverno, com concentrações variando de 1,0 a  $42,0 \times 10^2$  céls/l, enquanto que a concentração de cocolitoforídeos do nanoplâncton variou de 0,03 a  $226 \times 10^3$  céls/l, com a maior abundância no período do verão. Os fitoflagelados do nanoplâncton (incluindo mônadas) dominaram numericamente o grupo dos flagelados, principalmente no período chuvoso, variando de 2 a  $1197 \times 10^3$  céls/l. A classe de tamanho dominante foi a de 3 a 6 µm, exceto em 18/1/89 quando o domínio foi da classe menor que 3 µm.

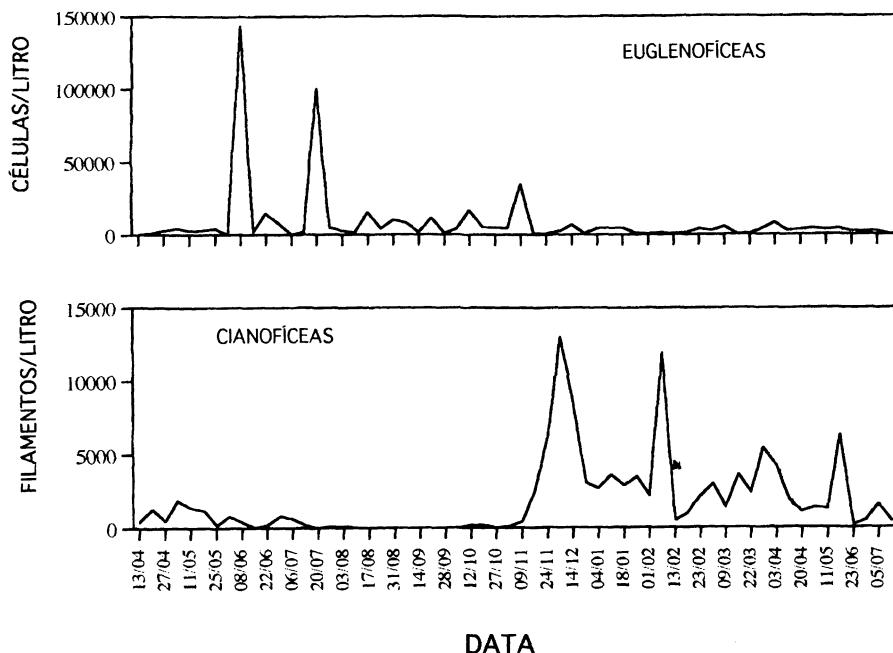


Fig. 6  
Variação sazonal das euglenofíceas e cianofíceas durante o período de estudo

A concentração das cianofíceas variou de 1 a  $130 \times 10^2$  filamentos/l, com as maiores densidades durante a estação quente e chuvosa. *Anabaena* (dominante), *Merismopedia* e *Trichodesmium* sp. foram os únicos gêneros observados (fig.6).

As euglenofíceas foram dominadas praticamente por uma espécie bentônica (tipo *Eutreptia*). As concentrações no plâncton variaram de 4 a  $143 \times 10^3$  céls/l (fig.6), com abundância nos meses de junho e julho de 1988.

## DISCUSSÃO

O regime de ventos tem sido apontado como um dos principais agentes mediadores das mudanças estruturais na comunidade fitoplanctônica em zonas de arrebração (McLachlan, 1980; Lewin & Schaeffer, 1983). Garcia Ochipinti (1963) estudou a circulação das águas costeiras na região sul do Brasil e sua relação com as condições meteorológicas. As frentes frias que assolam freqüentemente essa região alteram o campo de ventos e a circulação local da água. Durante o presente trabalho vários desses

eventos foram observados na região de Pontal do Sul, com ventos do quadrante sul ocorrendo em qualquer época do ciclo anual, e não exclusivamente nos meses de inverno.

A ocorrência de *Asterionellopsis glacialis* em altas concentrações normalmente coincide com a predominância de ventos do quadrante sul. Este fato foi observado por Gianuca (1983) que registrou por vários anos florações desta espécie no litoral sul do Rio Grande do Sul associadas à ressuspensão de sedimentos e ao aporte de água doce na areia da praia após períodos chuvosos precedidos de vento sul. Odebrecht *et al.* (1995) quantificaram a concentração de clorofila *a* dessas florações na praia do Cassino (RS), observando que os valores máximos obtidos ( $>270 \mu\text{g/l}$ ) estiveram associados aos ventos do quadrante sul-sudoeste. No presente trabalho foram observadas altas concentrações de *A. glacialis* em abril de 1988, e abril, março, junho e julho de 1989 após a incidência dos ventos de direção sul que acompanham as frentes frias. Por apresentarem alta intensidade e soprarem em direção à praia, esses ventos provocam aumento na turbulência e ondas em magnitude suficiente para ressuspender o sedimento de áreas próximas à zona de arrebentação. A consequência imediata é a liberação de nutrientes a partir do sedimento, enriquecendo a massa de água, e acumulação de células junto à linha de costa. Entretanto, os valores encontrados na praia de Pontal do Sul não são tão elevados quanto aqueles registrados no litoral do Rio Grande do Sul. Nesta região as altas concentrações na zona de arrebentação (valores da ordem de  $10^9$  células por litro) promovem a formação de manchas amarronzadas na água e areia da praia (Rorig & Garcia, 1993; Odebrecht *et al.*, 1995). A ocorrência de picos isolados ao longo do outono e inverno de 1988, bem como a incidência de ventos sul em diversas épocas do ano sem a floração desta espécie, levam a crer que existem outros fatores afetando o seu padrão de variação temporal. Estudos recentes (Garcia & Rorig, 1993; Rorig & Garcia, *op. cit.*; Odebrecht *et al.*, *op. cit.*; Rezende, 1995) sugerem que a distribuição de *A. glacialis* está relacionada principalmente a eventos de curta duração como são as frentes frias. A queda na temperatura da água, o aporte de nutrientes, a liberação de células do sedimento para a coluna d'água, a diminuição da intensidade luminosa e ventos soprando em direção à costa são alguns dos fatores que formam o conjunto de condições favoráveis ao florescimento e/ou acúmulo de *Asterionellopsis glacialis* na zona de arrebentação. Além desses fatores, deve-se levar em consideração o ciclo de vida da espécie nesse ambiente. Resultados obtidos por Odebrecht *et al.* (*op. cit.*) relatam que essa diatomácea exibe um ritmo diário de abundância superficial com valores mais altos pela manhã e menores a partir das 15 horas, mesmo com ventos soprando em direção à costa nesse período.

*Skeletonema costatum* mostrou um padrão de variação sazonal semelhante ao observado em trabalhos anteriores dentro da baía (Brandini, 1985) e em outras regiões do país (Kutner, 1972; Peixinho, 1972; Galvão, 1978; Sassi, 1978), ou seja, com maiores densidades nos meses chuvosos do verão. Um aspecto da ecologia desta espécie é a ocorrência de altas concentrações em regiões ou épocas do ano em que as águas

sofrem um enriquecimento com nutrientes. Além disso, *S. costatum* se comporta como uma espécie pioneira que, mantendo alta taxa de crescimento em condições ambientais variáveis, suportando alta temperatura, baixa salinidade e tendo rápido aproveitamento de nutrientes, é capaz de sobrepujar numericamente as demais espécies presentes na área com as quais compete (Guillárd & Kilham, 1977; Aidar, 1980). Os picos isolados, ocorridos em maio e setembro de 1988, indicam a necessidade de programas de amostragem em intervalos menores de coleta que ampliem as informações acerca dessa espécie.

Os padrões de variação sazonal dos fitoflagelados do nanoplâncton, cocolito-forídeos, diatomáceas e cianofíceas foram semelhantes, com mínimos no inverno e máximos nos períodos mais quentes entre janeiro e maio. Os cocolitoforídeos tem preferência por temperaturas elevadas (Paasche, 1968). Na região sueste do Brasil, a maior abundância de cocolitoforídeos, cianofíceas e fitoflagelados restringe-se aos domínios da água tropical da Corrente do Brasil (Brandini, 1988), enquanto que a abundância de diatomáceas está relacionada com a diminuição da salinidade e/ou o aumento no aporte de nutrientes provocado pelas chuvas nesses períodos (Brandini *et al.*, 1988; Brandini & Thamm, 1994). Silicoflagelados, no entanto, apresentaram padrões de variação opostos em relação aos demais flagelados. Esse grupo, representado unicamente pela espécie *Dictyocha fibula* (Sournia, 1986), prefere águas temperadas. Brandini (1988) descreveu a abundância de silicoflagelados no inverno em toda a extensão da plataforma da região sueste do Brasil associada à penetração de águas de origem subantártica, com temperaturas abaixo de 20°C, ricas em sílica.

Apesar de pouco abundantes nas amostras de plâncton, as euglenófíceas podem representar uma fração importante das microalgas em suspensão na zona de arrebentação de Pontal do Sul. Estas algas desenvolvem-se na areia da praia formando densas manchas de tonalidade esverdeada. Observações de pesquisadores da região associam essas florações com períodos chuvosos, mas ainda não existe nenhum estudo detalhado sobre esses eventos.

Os resultados sugerem que o padrão de distribuição dos organismos fitoplânticos na zona de arrebentação está intimamente associado com as variações hidrográficas sazonais na plataforma continental e Baía de Paranaguá (Brandini, 1988; Brandini & Thamm, 1994) e também com as variações climáticas a curto prazo, provocadas pelas frentes frias.

## AGRADECIMENTOS

Aos colegas que auxiliaram em algumas coletas durante o período de estudo e ao Centro de Estudos do Mar pela infraestrutura oferecida para a realização deste trabalho.

## ABSTRACT

The temporal variation of the phytoplankton community was analyzed at one station in the surf zone of Pontal do Sul beach (Pontal do Paraná-PR). This environment is periodically affected by meteorological perturbations (cold fronts) and by changes in the pattern of water masses circulation on the coast. The study site shows characteristics of a semiprotected beach due to its proximity to the Mel Island. Surface water samples were collected every week from April 1988 to July 1989 in order to measure temperature and phytoplankton abundance and composition. Wind regime and precipitation were measured during the whole period. Phytoflagellates of 3-6 µm fraction were dominant. Diatoms were abundant during summertime, with some species showing high densities in isolated peaks. The abundance of *Asterionellopsis glacialis* was discussed in relation to the passage of cold fronts. *Skeletonema costatum* dominated during summer with isolated peaks in autumn-winter. Filamentous cyanobacteria and dinoflagellates were abundant in the summer and silicoflagellates in the winter. Euglenophyceans did not show a well defined seasonal pattern, but occasionally were responsible for greenish patches on the beach.

Key-words: phytoplankton, surf zone, temporal variation, sand beach, cold fronts.

## RESUMO

A variação temporal da comunidade fitoplânctonica em um ponto fixo da praia de Pontal do Sul (Pontal do Paraná-PR) foi relacionada com as mudanças no padrão de circulação de massas d'água da região costeira adjacente e com as perturbações meteorológicas (frentes frias) que periodicamente invadem o local estudado. Amostras de fitoplâncton total e de rede foram coletadas na zona de arrebentação da praia de Pontal do Sul de abril de 1988 a julho de 1989 em intervalos semanais e mensais, respectivamente. O ponto de coleta está localizado em frente ao Centro de Estudos do Mar e apresenta características de uma praia semiprotegida pela proximidade com a Ilha do Mel. Fitoflagelados foram os organismos dominantes, com destaque para a fração de 3 a 6 µm. As diatomáceas foram abundantes durante o período quente e chuvoso do verão, mas algumas espécies apresentaram altas densidades em períodos isolados. Discute-se a ocorrência da espécie *Asterionellopsis glacialis* que apresentou picos esporâdicos, associados com as alterações ambientais decorrentes da passagem de frentes frias. *Skeletonema costatum* foi dominante durante o verão, mas também apresentou um pico isolado no período de outono-inverno, indicando que outros fatores, além das altas temperaturas, são responsáveis pelo seu aparecimento. Cianófitas e dinoflagelados foram abundantes no verão e silicoflagelados no inverno. O grupo das euglenofíceas não apresentou um padrão definido, mas foi ocasionalmente o responsável por densas manchas esverdeadas na areia da praia. Apesar de ser um fenômeno frequente na região, nenhum estudo específico foi realizado a este respeito.

Palavras-chave: fitoplâncton, zona de arrebentação, variação temporal, praia arenosa, frentes frias.

## REFERÊNCIAS

- AIDAR, E. 1980 *Alguns aspectos da autoecologia de Skelenonema costatum (GRENVILLE) CLEVE de Cananéia ( 25°S; 48°W) com especial referência ao fator salinidade*. Tese de Doutorado. Universidad de São Paulo, Instituto Oceanográfico 2v.
- BIGARELLA, J.J. 1978 *A Serra do Mar e a porção Oriental do Estado do Paraná- Contribuição à geografia, geologia e ecologia regional* Secretaria do Estado do Planejamento. ADEA. 248 p.
- BRANDINI, F.P. 1985. Seasonal succession of the phytoplankton in the Bay of Paranaguá. *Rev. Brasil. Biol.* 45(4): 687-694.

- BRANDINI, F.P. 1988. Composição e distribuição do fitoplâncton na Região Sueste e suas relações com as massas d'água (Operação Sueste I - Inverno/1982). *Ciência & Cultura*, 40 (4):334-341.
- BRANDINI, F.P. 1990. Hydrography and characteristics of the phytoplankton in shelf and oceanic waters off Southeastern Brazil during winter (July/August 1982) and summer (February/March 1984) *Hydrobiologia*, 196(2): 111-148.
- BRANDINI, F.P.; THAMM, C.A. & VENTURA, I. 1988. Ecological studies in the Bay of Paranaguá. III-Seasonal and spatial variations of nutrients and chlorophyl a. *Nerítica*, 3(1): 1-30.
- BRANDINI, F.P. & THAMM, C. A. 1994 Variações diárias e sazonais do fitoplâncton e parâmetros ambientais na Baía de Paranaguá. *Nerítica*, Curitiba, 8 ( 1-2 ): 55-72.
- BORZONE, C. A.; SOUZA, J.R.B. & SOARES, A G. 1996. Morphodynamic influence on the structure of inter and subtidal macrofaunal communities of subtropical sandy beaches. *Revista Chilena de Historia Natural*, 69:565-577.
- CALLIARI, L. J. & KLEIN, A . H.F. 1993 Características morfodinâmicas e sedimentológicas das praias arenosa oceânicas entre Rio Grande e Chuí, RS. *Pesquisas* 20(1): 48056
- EMILSSON, I. 1959. Alguns aspectos físicos e químicos das águas marinhas brasileiras. *Ciência e Cultura* 11(2): 44-54.
- EMILSSON, I. 1961. The shelf and coastal waters off southern Brazil. *Bolm. Inst. oceanogr.* 11 (2): 101-112.
- GALVÃO, S.M.F.G. 1978 *Produção primária da baía de Santos, estado de São Paulo: aspectos sobre a eficiência fotossintética num ambiente poluído*. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. 53 p.
- GARCIA OCCHIPINTI, A. 1963 Climatologia dinâmica do litoral sul brasileiro. *Contrções. Inst. Oceanogr. Univ. S. Paulo, série Oceanogr. fis.*, 3: 1-86.
- GARCIA, V.M.T. & RORIG, L.R.. 1993 Características de crescimento e fotossíntese da diatomácea *Asterionellopsis glacialis* a diferentes intensidades de luz *6ª Reunião Bras. de Ficologia ( resumo )*
- GIANUCA, N.M. 1983. A preliminary account of the ecology of sandy beaches in Southern Brazil. In: A. McLachlan & T. Erasmus (eds.) *Sandy beaches as ecosystems*. W. Publishers, p. 413-419.
- GUILLARD,R.R.L. & KILHAM, P. 1977 The ecology of marine planktonic diatoms. In: D. Werner (ed.) *The biology of diatoms*. Botanical Monographs vol. 13, London, The Whitefriars Press p. 372-469.
- HASLE, G.R. 1978. Using the inverted microscope. In: Sournia, A. (Ed.) *Phytoplankton Manual*, UNESCO p.191-196.
- HOBRO, R. 1980. Annual phytoplankton sucessions in a coastal area in the Northern Baltic. In: E. Naylor & G. Hartnoll (eds.). *13th European Marine Biol.Symposium. "Cyclic Phenomena in Marine Plants and Animals.* p.11-18.
- KNOPPERS, B.A.; BRANDINI, F.P. & THAMM, C.A. 1987. Ecological studies in the Bay of Paranaguá.II- Some physical and chemical characteristics. *Nerítica*, 2(1): 1-36.
- KUTNER, M. B. B. 1972 *Variação estacional e distribuição do fitoplâncton na região de Cananéia – SP*. Tese de doutoramento. Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências. 104 p.
- LEWIN, J. & SCHAEFFER, C.T. 1983. The role of phytoplankton in surf ecosystems. In: McLachlan, A. & Erasmus, T. (eds) *Sandy beaches as ecosystems*. p.381-389.
- LUND, J.W.G.; KIPLING, C.; LE GREN, E.D. 1958. The inverted microscope method of estimating algal numbers and statistical basis of estimations by counting. *Hydrobiologia*, 11: 143-170.
- MARGALEF, R. 1978. Life-forms of phytoplankton as survival alternatives in an unstable environment. *Oceanologia Acta*, 1(4): 493-509.
- MARONE, E. & CAMARGO, R. 1994 Marés meteorológicas no litoral do estado do Paraná: o evento de 18 de agosto de 1993. *Nerítica*, 8(1-2): 73-85
- MATSUURA, Y. 1986. Contribuição ao estudo da estrutura oceanográfica da região sudeste entre Cabo Frio(RJ) e Cabo de Santa Marta Grande(RS). *Ciência e Cultura*, 38(8): 1439-1450.
- McLACHLAN, A. 1980. The definition of sandy beaches in relation to exposure: a simple rating system. *South African Journal of Science*, 76: 137-138.
- MESQUITA, A.R. 1983. *Contribuição à oceanografia da região costeira sudeste do Brasil (Lat. 24° S)-Subprojeto Hidrodinâmica costeira:execução e resultados*. Tese de Livre Docência. Universidade de São Paulo, Iastituto Oceanográfico. 187 p.

- MOREIRA, I.M.V. & MOREIRA FILHO, H. 1981 Diatomáceas de Pontal do Sul-município de Paranaguá, estado do Paraná, Brasil (Chrysophyta, Bacillariophyceae) *Phycol. Lat. amer.* 1:156-185.
- ODEBRECHT, C.; SEGATTO, A. Z. & FREITAS, C. A. 1995 Surf zone chlorophyll *a* variability at Cassino Beach, Southearn Brazil. *Estuar. coast. Shelf Sci.*, 41(1): 81-90.
- PAASCHE, E. 1968. The effect of temperature, light intensity and bhotoperiod on coccolith formation. *Limnol. Oceanogr.*, 13: 178-181.
- PEIXINHO, V.M.C. 1972 *Estudos preliminares sobre o fitoplâncton da Baía In Aratu*. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto Biociências. 94p.
- REBELLO, J. & BRANDINI, F.P. 1990. Variação temporal de parâmetros hidrográficos e material particulado em suspensão em dois pontos fiuos da Baia de Paranaguá, Paraná (junho/87 - fevereiro/88). *Nerítica*, 5(1): 95-111.
- REZENDE, K.R.V. 1995 *Dinâmica Temporal do fitoplâncton de zona de arrebentação da Praia de Pontal do Sul (Paranaguá-PR)*. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. 130 p.
- RORIG, L.R. & GARCIA, V.M.T. 1993 Mecanismo de acumulação de células de *Asterionellopsis glacialis* em praias arenosas do Rio Grande do Sul. *6ª Reunião Bras. de Ficologia ( resumo )*
- SASSI, R. 1978 Variação sazonal do fitoplâncton e fatores ecológicos básicos do Saco da Ribeira (Lat. 23° 30' S - Long. 45° 07' W) Ubatuba, Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. 147 p.
- SHORT, A. D. & WRIGHT, L. D. 1983 Physical variability of sandy beaches. In: McLachlan, A. & Erasmus, T. (eds) *Sandy beaches as ecosystems*. p.133-144.
- SMAYDA, T.J. 1958. Biogeographical studies of marine phytoplankton. *Oikos*, 9(2): 158-191.
- SOARES, C.R.; BORZONE, C.A. & SOUZA, J.R.B. 1997. Variações morfológicas e sedimentológicas ao longo de um ciclo anual numa praia arenosa no sul do Brasil. *Oecologia Brasiliensis*, 3: 245-258.
- SOURNIA, A. 1986. *Atlas du phytoplankton marin - Volume I: Introduction, Cyanophycées, Dictyophycées, Dinophycées et Raphydophycées*. Paris, Éditions du CNRS, 220p.
- TAVARES, Y. A. G. & BORZONE, C. A. 1998. General features of population dynamics of the sand dollar *Mellita quinquesperforata* (LESKE, 1778) in southern Brazilian sandy beaches. In: Echinoderms: San Francisco, Ed. R.Mooi & M. Telforf, PROC. 9th International Echinoderme Conference, San Francisco, California, USA, p. 837-842.
- TONT, S. & PLATT, T. 1980. Fluctuations in the abundance of phytoplankton on the California Coast. In: E. Naylor & G. Hartnoll (eds) *13th European Marine Biol. Symposium. "Cyclic Phenomena in Marine Plants and Animals*. p.11-18.